

Oszillographische Untersuchungen  
vor und nach arteriellen  
Gefäßrekonstruktionen

von

KARL-HEINZ FRÖBA

aus Bayreuth

1970 P 409



Aus der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik  
der Universität Erlangen-Nürnberg  
Direktor: Professor Dr. med. G. Hegemann

OSZILLOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN VOR UND NACH  
ARTERIELLEN GEFÄSSREKONSTRUKTIONEN

Inaugural - Dissertation  
zur  
Erlangung der Doktorwürde  
der  
Hohen Medizinischen Fakultät  
der  
Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg



Vorgelegt von  
Karl-Heinz Fröba  
aus Bayreuth

DIKRAAN : Prof. Dr. med. W. Schiefer  
REFERENT : Priv.-Doz. Dr. med. R. Leutschaff  
KOREFERENT: Prof. Dr. med. G. Hegemann

Tag der mündlichen Prüfung: 3.8.1970



Meiner Mutter in Dankbarkeit gewidmet



Digitized by the Internet Archive  
in 2026

[https://archive.org/details/IA41548828\\_0067](https://archive.org/details/IA41548828_0067)

## Inhaltsverzeichnis

|                                   | Seite |
|-----------------------------------|-------|
| 1.0 Einleitung                    | 1     |
| 2.0 Methode                       | 2     |
| 2.1 Untersuchungskollektiv        | 2     |
| 2.2 Apparative Arbeitsbedingungen | 2     |
| 2.3 Untersuchungsgang             | 3     |
| 3.0 Ergebnisse                    | 4     |
| 4.0 Diskussion                    | 32    |
| 5.0 Schlußfolgerung               | 35    |
| 6.0 Zusammenfassung               | 43    |
| 7.0 Literatur                     | 44    |
| 8.0 Anhang                        |       |



## 1.0 Einleitung

In der vorliegenden Arbeit soll die arterielle Gefäßuntersuchung mittels Oszillographen - vor und nach chirurgischer Gefäßrekonstruktion - hinsichtlich ihrer diagnostischen Bewertbarkeit untersucht werden.

Das Problem erscheint uns insofern von Wichtigkeit, da durch die Fortschritte der chirurgischen Operationstechnik und Operationsmöglichkeiten die Gefäßchirurgie an Bedeutung gewonnen hat.

## 2.0 Methode

Um die Wirkungsbreite bei operativen arteriellen Gefäßrekonstruktionen:

- a) femoro-poplitealer Venenbypass
- b) aorto-femorale Dacronprothese
- c) lumbale Grenzstrangresektion

zu erfassen, wurden vor und nach den operativen Eingriffen oszillographische Untersuchungen durchgeführt.

### 2.1 Untersuchungskollektiv

27, an arteriosklerotischen Verschlusskrankheiten leidende Patienten, im Alter von 36 bis 72 Jahren.

### 2.2 Apparative Arbeitsbedingungen

Zur Aufzeichnung der oszillographischen Kurven diente der Infratonoszillograph OS - 3, System BOUCKE - BRECHT. Die Oszillogramme wurden mit einem Siemens Mehrkanal-Elektrokardiographen registriert.

Um größere methodische Fehler zu vermeiden, wurden die Oszillationen durch Vergleich mit Eichimpulsen in ihrer Größe bestimmt. Die Eichung ist mit einer Eichimpulsamplitude von 20 mm, bei TK 0,4,  $1/10$  und  $1,0 \text{ cm}^3$  definiert.

Die Registrierung der Oszillogramme erfolgte bei einer Verstärkerstellung von 1. Die Papiergeschwindigkeit des Elektrokardiographen betrug 100 mm/sec. Das gleichzeitige Mitschreiben eines Elektrokardiogramms erlaubt die Bestimmung der Pulswellenlaufzeit.

## 2.3 Untersuchungsgang

Den Untersuchungsforderungen entsprechend fand die Aufzeichnung der Kurven an einem flach und ruhig gelagerten Patienten statt. Die Extremitäten waren in Herzhöhe. Die Pulsabnahmemanschetten am Ober- und Unterschenkel wurden für jede Registrierung straff - elastisch angelegt. Sie befanden sich bei allen Aufzeichnungen an gleichen, symmetrischen Meßorten, so daß ein prae- und postoperativer Vergleich gestattet ist. Die Aufzeichnung der gefäßpulsatorischen Volumenschwankungen geschah bei konstanten Entlastungsdrucken:

|       |   |           |
|-------|---|-----------|
| POS 1 | - | 50 mm Hg  |
| POS 2 | - | 70 mm Hg  |
| POS 3 | - | 100 mm Hg |

Dies erlaubte optimale Kurvenbilder. Eine Verfälschung der Aufzeichnungen durch die bei höheren Entlastungsdrucken zu erwartende Kreislauf-Gegenregulation wurde dadurch vermieden. Schmerzhaftre Reaktionen ischämischer Bezirke traten dabei nicht auf.

Die Leistungsfähigkeit des peripheren Kreislaufs objektiv zu erfassen ist sehr schwierig. Diese Untersuchung ist daher ein Versuch methodische Variationen auszuschalten, da eine Ausschaltung biologischer Variationen unmöglich erscheint.

### 3.0 Ergebnisse

Als Kriterien, die einen Vergleich der einzelnen Probanden vor und nach gefäßplastischen Eingriffen zulassen, werden:

- a) Amplitude (mm)
- b) Gipfelzeit (msec)
- c) Pulsanstiegsquotient (mm/sec)
- d) Pulswellenlaufzeit (msec)

angegeben.

Da die Höhe wie die Zeitwerte der einzelnen Oszillationen in Abhängigkeit vieler Faktoren ständig schwanken, wurde in jeder Druckstufe über einer Anzahl von 5 Pulsen gemittelt. Die Mittelwerte, ihre prozentualen Änderungen sowie der t-Test nach STUDENT wurden auf dem Computer OLIVETTI, PROGRAMMA 101, errechnet. Die Ergebnisse finden sich in den Tabellen 1 - 25.

In diesen Tabellen sind Pulswellenlaufzeit und Gipfelzeit in (mm) angegeben. Bei einer Papiergeschwindigkeit des Elektrokardiographen von 100 mm/sec entspricht 1 mm des Registrierpapiers 10 msec. Zur Veranschaulichung der gemessenen Untersuchungsergebnisse dienen die graphischen Darstellungen in Abb. 1 bis Abb. 18, in denen die Pulswellenlaufzeit und die Gipfelzeit in msec angegeben sind.

Tabelle 1: Venen-Bypass O/POS 3

| <u>Amplitude/mm</u> |         |        | <u>Pulsanstiegsquotient</u> |         |
|---------------------|---------|--------|-----------------------------|---------|
| Prae-OP             | Post-OP | %      | Prae-OP                     | Post-OP |
| 21,0                | 31,4    | + 49,5 | 1,40                        | 2,14    |
| 47,9                | 24,8    | - 48,2 | 3,57                        | 1,68    |
| 36,0                | 39,2    | + 8,9  | 2,98                        | 3,21    |
| 66,6                | 38,8    | - 41,7 | 4,79                        | 2,09    |
| 62,9                | 34,6    | - 45,0 | 3,31                        | 1,59    |
| 13,8                | 18,0    | + 30,4 | 1,00                        | 1,00    |
| 13,4                | 19,9    | + 48,5 | 1,00                        | 1,00    |
| 33,0                | 18,8    | - 43,0 | 1,82                        | 0,94    |
| 30,4                | 32,8    | + 7,9  | 3,95                        | 1,82    |
| 35,4                | 26,9    | - 24,0 | 2,77                        | 1,61    |
| 39,8                | 32,2    | - 19,1 | 3,69                        | 1,88    |
| 27,4                | 31,9    | + 16,4 | 1,12                        | 1,96    |
| 34,4                | 36,2    | + 5,2  | 2,34                        | 3,35    |
| 32,8                | 27,2    | - 17,1 | 2,09                        | 1,68    |
| 18,6                | 19,0    | + 3,2  | 0,79                        | 0,84    |
| 20,7                | 41,8    | +101,9 | 0,95                        | 2,49    |
| 30,7                | 23,6    | - 23,1 | 1,66                        | 1,26    |
| 23,2                | 20,4    | - 12,1 | 1,19                        | 1,18    |

Tabelle 2: Venen-Bypass U/POS 2

| <u>Amplitude/mm</u> |         |        | <u>Pulsanstiegsquotient</u> |         |
|---------------------|---------|--------|-----------------------------|---------|
| Prae-OP             | Post-OP | %      | Prae-OP                     | Post-OP |
| 13,8                | 21,2    | + 53,6 | 0,80                        | 1,40    |
| 20,3                | 33,0    | + 62,6 | 1,24                        | 2,37    |
| 20,4                | 27,3    | + 33,8 | 1,50                        | 2,01    |
| 30,6                | 53,6    | + 75,2 | 1,32                        | 2,20    |
| 23,4                | 29,2    | + 24,8 | 0,87                        | 1,43    |
| 12,9                | 28,3    | +119,4 | 1,00                        | 1,58    |
| 33,6                | 22,4    | - 33,3 | 2,56                        | 1,27    |
| 10,0                | 21,6    | +116,0 | 0,47                        | 1,18    |
| 15,3                | 39,2    | +156,2 | 1,14                        | 1,81    |
| 18,0                | 12,0    | - 33,3 | 0,92                        | 0,65    |
| 26,6                | 27,0    | + 1,5  | 1,80                        | 1,75    |
| 19,4                | 24,8    | + 27,8 | 0,72                        | 1,23    |
| 8,0                 | 31,0    | +287,5 | 0,41                        | 3,65    |
| 14,3                | 31,8    | +122,4 | 0,58                        | 1,94    |
| 14,9                | 21,3    | + 42,9 | 0,86                        | 0,99    |
| 3,2                 | 29,3    | +815,6 | 0,18                        | 1,80    |
| 14,9                | 21,6    | + 45,0 | 0,86                        | 1,26    |
| 40,5                | 25,8    | - 36,3 | 2,25                        | 1,54    |

Tabelle 3: Dacron-prothese O/POS 2

| <u>Amplitude/mm</u> |         |       | <u>Pulsanstiegsquotient</u> |         |
|---------------------|---------|-------|-----------------------------|---------|
| Prae-OP             | Post-OP | %     | Prae-OP                     | Post-OP |
| 14,8                | 13,8    | - 6,8 | 0,83                        | 0,98    |
| 13,4                | 14,2    | + 6,0 | 1,02                        | 0,80    |
| 19,8                | 16,1    | -18,7 | 0,98                        | 2,48    |
| 28,7                | 14,5    | -49,5 | 0,49                        | 0,79    |
| 21,1                | 16,3    | -22,7 | 1,12                        | 1,05    |
| 26,2                | 19,8    | -24,4 | 1,90                        | 1,39    |
| 16,2                | 24,7    | +52,5 | 0,83                        | 3,92    |
| 16,7                | 14,7    | -12,0 | 0,77                        | 0,87    |
| 18,0                | 32,8    | +82,2 | 0,86                        | 2,14    |
| 39,1                | 26,9    | -31,2 | 1,70                        | 1,49    |
| 21,8                | 30,0    | +37,6 | 0,97                        | 1,63    |
| 16,0                | 17,2    | + 7,5 | 0,86                        | 0,98    |
| 22,1                | 13,3    | -39,8 | 1,58                        | 0,82    |
| 27,2                | 16,2    | -40,4 | 1,28                        | 1,01    |

Tabelle 4: Dacron-prothese U/POS 2

| <u>Amplitude/mm</u> |         |        | <u>Pulsanstiegsquotient</u> |         |
|---------------------|---------|--------|-----------------------------|---------|
| Prae-OP             | Post-OP | %      | Prae-OP                     | Post-OP |
| 8,1                 | 8,6     | + 6,2  | 0,42                        | 0,89    |
| 7,9                 | 5,0     | - 36,7 | 0,31                        | 0,31    |
| 8,3                 | 22,5    | +171,1 | 0,34                        | 1,44    |
| 15,2                | 10,0    | - 34,2 | 0,85                        | 0,56    |
| 22,2                | 14,6    | - 34,6 | 1,48                        | 0,77    |
| 16,7                | 16,6    | - 0,6  | 0,73                        | 1,34    |
| 13,2                | 12,4    | - 6,1  | 0,98                        | 0,74    |
| 11,6                | 9,7     | - 16,4 | 0,62                        | 0,81    |
| 29,1                | 32,2    | + 10,7 | 1,13                        | 2,09    |
| 21,0                | 33,9    | + 61,4 | 0,74                        | 1,71    |
| 14,5                | 24,5    | + 69,0 | 0,43                        | 1,17    |
| 13,7                | 13,8    | + 0,7  | 0,63                        | 0,80    |
| 13,2                | 30,6    | +131,8 | 0,67                        | 1,80    |
| 18,2                | 16,7    | - 8,2  | 0,98                        | 1,06    |

Tabelle 5: Grenzstrangresektion O/POS 3

| <u>Amplitude/mm</u> |         |       | <u>Pulsanstiegsquotient</u> |         |
|---------------------|---------|-------|-----------------------------|---------|
| Prae-OP             | Post-OP | %     | Prae-OP                     | Post-OP |
| 31,6                | 24,4    | -23,4 | 2,12                        | 1,48    |
| 26,4                | 28,8    | + 9,1 | 2,18                        | 2,53    |
| 32,5                | 25,7    | -20,9 | 2,50                        | 1,88    |
| 34,0                | 33,1    | - 2,6 | 2,07                        | 2,21    |
| 24,4                | 19,0    | -22,1 | 1,33                        | 1,01    |
| 11,3                | 11,2    | - 0,9 | 0,94                        | 0,74    |

Tabelle 6: Grenzstrangresektion U/POS 3

| <u>Amplitude/mm</u> |         |        | <u>Pulsanstiegsquotient</u> |         |
|---------------------|---------|--------|-----------------------------|---------|
| Prae-OP             | Post-OP | %      | Prae-OP                     | Post-OP |
| 27,5                | 18,1    | - 34,2 | 0,57                        | 1,18    |
| 30,6                | 28,1    | - 8,2  | 2,81                        | 3,00    |
| 46,6                | 45,4    | - 2,6  | 6,21                        | 5,21    |
| 24,8                | 25,7    | + 3,6  | 1,49                        | 1,67    |
| 10,4                | 17,4    | + 67,3 | 0,43                        | 0,89    |
| 5,1                 | 11,1    | +117,6 | 0,24                        | 0,32    |

Tabelle 7: Venen-Bypass O/POS 3

| <u>Pulsanstiegsquotient</u> |         | <u>Pulswellenlaufzeit/mm</u> |         |        |
|-----------------------------|---------|------------------------------|---------|--------|
| Prae-OP                     | Post-OP | Prae-OP                      | Post-OP | %      |
| 1,40                        | 2,14    | 20,3                         | 18,8    | - 7,4  |
| 3,57                        | 1,68    | 16,8                         | 16,9    | + 0,6  |
| 2,98                        | 3,21    | 17,5                         | 17,5    | 0,0    |
| 4,79                        | 2,09    | 18,4                         | 17,3    | - 6,0  |
| 3,31                        | 1,59    | 18,7                         | 16,5    | - 11,8 |
| 1,00                        | 1,00    | 16,0                         | 15,8    | - 1,3  |
| 1,00                        | 1,00    | 15,8                         | 15,4    | - 2,5  |
| 1,82                        | 0,94    | 18,5                         | 15,4    | - 18,4 |
| 3,95                        | 1,82    | 17,9                         | 16,1    | - 10,1 |
| 2,77                        | 1,61    | 16,5                         | 17,8    | + 7,9  |
| 3,69                        | 1,88    | 21,4                         | 21,8    | + 1,9  |
| 1,12                        | 1,96    | 16,0                         | 16,6    | + 3,8  |
| 2,34                        | 3,35    | 18,3                         | 16,1    | - 12,0 |
| 2,09                        | 1,68    | 15,0                         | 15,0    | + 0,7  |
| 0,79                        | 0,84    | 21,3                         | 19,2    | - 9,9  |
| 0,95                        | 2,49    | 23,8                         | 17,9    | - 24,8 |
| 1,66                        | 1,26    | 18,0                         | 15,6    | - 13,3 |
| 1,19                        | 1,18    | 16,9                         | 16,0    | - 5,3  |

Tabelle 8: Venen-Bypass U/POS 2

Pulsanstiegsquotient

Pulswellenlaufzeit/mm

| Pulsanstiegsquotient |         | Pulswellenlaufzeit/mm |         |       |
|----------------------|---------|-----------------------|---------|-------|
| Prae-OP              | Post-OP | Prae-OP               | Post-OP | %     |
| 0,80                 | 1,40    | 25,3                  | 22,7    | -10,3 |
| 1,24                 | 2,37    | 21,4                  | 21,0    | - 1,9 |
| 1,50                 | 2,01    | 21,9                  | 20,0    | - 8,7 |
| 1,32                 | 2,20    | 24,2                  | 18,8    | -22,3 |
| 0,87                 | 1,43    | 23,4                  | 21,4    | - 8,5 |
| 1,00                 | 1,58    | 20,9                  | 16,3    | -22,0 |
| 2,56                 | 1,27    | 21,6                  | 17,3    | -20,0 |
| 0,47                 | 1,18    | 27,4                  | 20,4    | -25,5 |
| 1,14                 | 1,81    | 27,1                  | 15,9    | -41,3 |
| 0,92                 | 0,65    | 21,5                  | 22,8    | + 6,0 |
| 1,80                 | 1,75    | 26,3                  | 25,2    | - 4,2 |
| 0,72                 | 1,23    | 27,2                  | 15,6    | -42,6 |
| 0,41                 | 3,65    | 23,2                  | 19,3    | -16,8 |
| 0,58                 | 1,94    | 21,4                  | 20,5    | - 4,2 |
| 0,86                 | 0,99    | 29,6                  | 26,0    | -12,2 |
| 0,18                 | 1,80    | 37,2                  | 21,1    | -43,3 |
| 0,86                 | 1,26    | 24,8                  | 21,2    | -14,5 |
| 2,25                 | 1,54    | 19,8                  | 19,4    | - 2,0 |

Tabelle 9: Dacron-prothese O/POS 3

Pulsanstiegsquotient

Pulswellenlaufzeit/mm

| Prae-OP | Post-OP | Prae-OP | Post-OP | %      |
|---------|---------|---------|---------|--------|
| 1,27    | 1,70    | 17,0    | 17,0    | 0,0    |
| 0,99    | 1,20    | 16,5    | 16,2    | - 1,8  |
| 1,70    | 2,93    | 18,6    | 16,6    | - 10,8 |
| 1,94    | 1,34    | 18,2    | 15,8    | - 13,2 |
| 1,52    | 1,31    | 17,3    | 16,7    | - 3,5  |
| 2,77    | 1,99    | 17,7    | 16,9    | - 4,5  |
| 1,27    | 4,68    | 20,6    | 19,4    | - 5,8  |
| 1,24    | 1,67    | 19,8    | 19,1    | - 3,5  |
| 1,20    | 3,01    | 24,7    | 18,4    | - 25,5 |
| 1,89    | 2,21    | 19,8    | 18,9    | - 4,5  |
| 1,67    | 2,62    | 25,9    | 18,7    | - 27,8 |
| 1,07    | 1,50    | 18,6    | 17,6    | - 5,4  |
| 2,15    | 1,46    | 18,9    | 17,7    | - 6,3  |
| 2,12    | 1,61    | 20,0    | 18,7    | - 6,5  |

Tabelle 10: Dacron-prothese U/POS 3

Pulsanstiegsquotient

Pulswellenlaufzeit/mm

| Prae-OP | Post-OP | Prae-OP | Post-OP | %     |
|---------|---------|---------|---------|-------|
| 0,50    | 0,47    | 25,6    | 21,3    | -16,8 |
| 0,47    | 0,31    | 23,2    | 23,0    | - 0,9 |
| 0,34    | 1,88    | 27,0    | 17,9    | -33,7 |
| 1,35    | 1,16    | 22,7    | 25,4    | +11,9 |
| 2,23    | 0,99    | 21,6    | 15,8    | -26,9 |
| 0,77    | 1,57    | 23,8    | 18,6    | -21,4 |
| 1,24    | 1,51    | 27,9    | 22,5    | -19,4 |
| 0,71    | 1,07    | 29,9    | 24,8    | -17,1 |
| 1,46    | 3,13    | 25,5    | 22,3    | -12,5 |
| 1,14    | 2,17    | 27,6    | 21,7    | -21,4 |
| 0,33    | 1,65    | 30,3    | 21,3    | -29,7 |
| 0,92    | 1,05    | 23,4    | 21,7    | - 7,3 |
| 0,89    | 2,62    | 24,9    | 19,1    | -23,3 |
| 1,43    | 1,44    | 24,5    | 21,0    | -14,3 |

Tabelle 11: Grenzstrangresektion O/POS 3

| <u>Pulsanstiegsquotient</u> |         | <u>Pulswellenlaufzeit/mm</u> |         |       |
|-----------------------------|---------|------------------------------|---------|-------|
| Prae-OP                     | Post-OP | Prae-OP                      | Post-OP | %     |
| 3,74                        | 1,97    | 15,7                         | 16,0    | + 1,9 |
| 3,17                        | 2,94    | 17,6                         | 18,0    | + 2,3 |
| 4,08                        | 2,95    | 17,8                         | 17,3    | - 2,8 |
| 3,56                        | 2,87    | 19,0                         | 18,6    | - 2,1 |
| 1,51                        | 1,72    | 19,5                         | 17,9    | - 8,2 |
| 0,70                        | 0,94    | 22,7                         | 20,4    | -10,1 |

Tabelle 12: Grenzstrangresektion U/POS 3

| <u>Pulsanstiegsquotient</u> |         | <u>Pulswellenlaufzeit/mm</u> |         |       |
|-----------------------------|---------|------------------------------|---------|-------|
| Prae-OP                     | Post-OP | Prae-OP                      | Post-OP | %     |
| 0,57                        | 1,18    | 25,0                         | 21,1    | -15,6 |
| 2,81                        | 3,00    | 21,4                         | 21,2    | - 0,9 |
| 6,21                        | 5,21    | 20,7                         | 20,3    | - 1,9 |
| 1,49                        | 1,67    | 24,4                         | 24,6    | + 0,8 |
| 0,43                        | 0,89    | 27,4                         | 22,6    | -17,5 |
| 0,24                        | 0,32    | 27,3                         | 25,4    | - 7,0 |

Tabelle 13: Venen-Bypass O/POS 3

| <u>Amplitude/mm</u> |         |        | <u>Pulswellenlaufzeit/mm</u> |         |       |
|---------------------|---------|--------|------------------------------|---------|-------|
| Prae-OP             | Post-OP | %      | Prae-OP                      | Post-OP | %     |
| 21,0                | 31,4    | + 49,5 | 20,3                         | 18,8    | - 7,4 |
| 47,9                | 24,8    | - 48,2 | 16,8                         | 16,9    | + 0,6 |
| 36,0                | 39,2    | + 8,9  | 17,5                         | 17,5    | 0,0   |
| 66,6                | 38,8    | - 41,7 | 18,4                         | 17,3    | - 6,0 |
| 62,9                | 34,6    | - 45,0 | 18,7                         | 16,5    | -11,8 |
| 13,8                | 18,0    | + 30,4 | 16,0                         | 15,8    | - 1,3 |
| 13,4                | 19,9    | + 48,5 | 15,8                         | 15,4    | - 2,5 |
| 33,0                | 18,8    | - 43,0 | 18,5                         | 15,4    | -18,4 |
| 30,4                | 32,8    | + 7,9  | 17,9                         | 16,1    | -10,1 |
| 35,4                | 26,9    | - 24,0 | 16,5                         | 17,8    | + 7,9 |
| 39,8                | 32,2    | - 19,1 | 21,4                         | 21,8    | + 1,9 |
| 27,4                | 31,9    | + 16,4 | 16,0                         | 16,6    | + 3,8 |
| 34,4                | 36,2    | + 5,2  | 18,3                         | 16,1    | -12,0 |
| 32,8                | 27,2    | - 17,1 | 15,0                         | 15,1    | + 0,7 |
| 18,6                | 19,0    | + 3,2  | 21,3                         | 19,2    | - 9,9 |
| 20,7                | 41,8    | +101,9 | 23,8                         | 17,9    | -24,8 |
| 30,7                | 23,6    | - 23,1 | 18,0                         | 15,6    | -13,3 |
| 23,2                | 20,4    | - 12,1 | 16,9                         | 16,0    | - 5,3 |

Tabelle 14: Venen-Bypass U/POS 2

| <u>Amplitude/mm</u> |         |        | <u>Pulswellenlaufzeit/mm</u> |         |       |
|---------------------|---------|--------|------------------------------|---------|-------|
| Prae-OP             | Post-OP | %      | Prae-OP                      | Post-OP | %     |
| 13,8                | 21,2    | + 53,6 | 25,3                         | 22,7    | -10,3 |
| 20,3                | 33,0    | + 62,6 | 21,4                         | 21,0    | - 1,9 |
| 20,4                | 27,3    | + 33,8 | 21,9                         | 20,0    | - 8,7 |
| 30,6                | 53,6    | + 75,2 | 24,2                         | 18,8    | -22,3 |
| 23,4                | 29,2    | + 24,8 | 23,4                         | 21,4    | - 8,5 |
| 12,9                | 28,3    | +119,4 | 20,9                         | 16,3    | -22,0 |
| 33,6                | 22,4    | - 33,3 | 21,6                         | 17,3    | -20,0 |
| 10,0                | 21,6    | +116,0 | 27,4                         | 20,4    | -25,5 |
| 15,3                | 39,2    | +156,2 | 27,1                         | 15,9    | -41,3 |
| 18,0                | 12,0    | - 23,6 | 21,5                         | 22,8    | + 6,0 |
| 26,6                | 27,0    | + 1,5  | 26,3                         | 25,2    | - 4,2 |
| 19,4                | 24,8    | + 27,8 | 27,2                         | 15,6    | -42,6 |
| 8,0                 | 31,0    | +287,5 | 23,2                         | 19,3    | -16,8 |
| 14,3                | 31,8    | +122,4 | 21,4                         | 20,5    | - 4,2 |
| 14,9                | 21,3    | + 42,9 | 29,6                         | 26,0    | -12,2 |
| 3,2                 | 29,3    | +815,6 | 37,2                         | 21,1    | -43,3 |
| 14,9                | 21,6    | + 45,0 | 24,8                         | 21,2    | -14,5 |
| 40,5                | 25,8    | - 36,3 | 19,8                         | 19,4    | - 2,0 |

Tabelle 15: Dacron-prothese O/POS 2

| <u>Amplitude/mm</u> |         |       | <u>Pulswellenlaufzeit/mm</u> |         |       |
|---------------------|---------|-------|------------------------------|---------|-------|
| Prae-OP             | Post-OP | %     | Prae-OP                      | Post-OP | %     |
| 14,8                | 13,8    | - 6,8 | 17,8                         | 16,2    | - 9,0 |
| 13,4                | 14,2    | + 6,0 | 17,2                         | 17,1    | - 0,6 |
| 19,8                | 16,1    | -18,7 | 18,6                         | 16,0    | -14,0 |
| 28,7                | 14,5    | -49,5 | 17,9                         | 15,4    | -14,0 |
| 21,1                | 16,3    | -22,7 | 18,2                         | 16,9    | - 7,1 |
| 26,2                | 19,8    | -24,4 | 18,2                         | 16,2    | -11,0 |
| 16,2                | 24,7    | +52,5 | 20,2                         | 18,9    | - 6,4 |
| 16,7                | 14,7    | -12,0 | 19,6                         | 18,9    | - 3,6 |
| 18,0                | 32,8    | +82,2 | 25,0                         | 18,4    | -26,4 |
| 39,1                | 26,9    | -31,2 | 19,2                         | 18,8    | - 2,1 |
| 21,8                | 30,0    | +37,6 | 26,6                         | 19,4    | -27,1 |
| 16,0                | 17,2    | + 7,5 | 18,2                         | 16,9    | - 7,1 |
| 22,1                | 13,3    | -39,8 | 18,6                         | 17,3    | - 7,0 |
| 27,2                | 16,2    | -40,4 | 19,8                         | 19,5    | - 1,5 |

Tabelle 16: Dacron-prothese U/POS 3

| <u>Amplitude/mm</u> |         |        | <u>Pulswellenlaufzeit/mm</u> |         |       |
|---------------------|---------|--------|------------------------------|---------|-------|
| Prae-OP             | Post-OP | %      | Prae-OP                      | Post-OP | %     |
| 11,3                | 10,0    | - 11,5 | 25,6                         | 21,3    | -16,8 |
| 11,6                | 7,1     | - 38,8 | 23,2                         | 23,0    | - 0,9 |
| 9,9                 | 31,0    | +213,1 | 27,0                         | 17,9    | -33,7 |
| 25,9                | 22,2    | - 14,3 | 22,7                         | 25,4    | +11,9 |
| 32,8                | 20,0    | - 39,0 | 21,6                         | 15,8    | -26,9 |
| 18,0                | 22,8    | + 26,7 | 23,8                         | 18,6    | -21,4 |
| 19,9                | 25,3    | + 27,1 | 27,9                         | 22,5    | -19,4 |
| 18,7                | 16,6    | - 11,2 | 29,9                         | 24,8    | -17,1 |
| 40,4                | 45,4    | + 12,4 | 25,5                         | 22,3    | -12,5 |
| 32,6                | 35,6    | + 9,2  | 27,6                         | 21,7    | -21,4 |
| 12,2                | 30,5    | +150,0 | 30,3                         | 21,3    | -29,7 |
| 20,0                | 18,8    | - 6,0  | 23,4                         | 21,7    | - 7,3 |
| 15,3                | 44,6    | +191,5 | 24,9                         | 19,1    | -23,3 |
| 26,5                | 22,7    | - 14,3 | 24,5                         | 21,0    | -14,3 |

Tabelle 17: Grenzstrangresektion O/POS 3

| <u>Amplitude/mm</u> |         |       | <u>Pulswellenlaufzeit/mm</u> |         |       |
|---------------------|---------|-------|------------------------------|---------|-------|
| Prae-OP             | Post-OP | %     | Prae-OP                      | Post-OP | %     |
| 46,0                | 34,6    | -24,8 | 15,7                         | 16,0    | + 1,9 |
| 38,4                | 36,2    | - 5,7 | 17,6                         | 18,0    | + 2,3 |
| 42,0                | 40,4    | - 3,8 | 17,8                         | 17,3    | - 2,8 |
| 43,1                | 41,3    | - 4,2 | 19,0                         | 18,6    | - 2,1 |
| 33,6                | 30,8    | - 8,3 | 19,5                         | 17,9    | - 8,2 |
| 7,7                 | 11,3    | +46,8 | 22,7                         | 20,4    | -10,1 |

Tabelle 18: Grenzstrangresektion U/POS 3

| <u>Amplitude/mm</u> |         |       | <u>Pulswellenlaufzeit/mm</u> |         |       |
|---------------------|---------|-------|------------------------------|---------|-------|
| Prae-OP             | Post-OP | %     | Prae-OP                      | Post-OP | %     |
| 13,3                | 25,1    | +88,7 | 25,0                         | 21,1    | -15,6 |
| 35,4                | 38,4    | + 8,5 | 21,4                         | 21,2    | - 0,9 |
| 54,0                | 62,0    | +14,8 | 20,7                         | 20,3    | - 1,9 |
| 35,5                | 30,3    | -14,6 | 24,4                         | 24,6    | + 0,8 |
| 12,8                | 19,4    | +51,6 | 27,4                         | 22,6    | -17,5 |
| 5,0                 | 6,5     | +30,0 | 27,3                         | 25,4    | - 7,0 |

Tabelle 19: Venen-Bypass O/POS 3

| <u>Amplitude/mm</u> |         |        | <u>Gipfelzeit/mm</u> |         |        |
|---------------------|---------|--------|----------------------|---------|--------|
| Prae-OP             | Post-OP | %      | Prae-OP              | Post-OP | %      |
| 21,0                | 31,4    | + 49,5 | 15,0                 | 14,7    | - 2,0  |
| 47,9                | 24,8    | - 48,2 | 13,4                 | 14,8    | + 10,5 |
| 36,0                | 39,2    | + 8,9  | 12,1                 | 12,2    | + 0,8  |
| 66,6                | 38,8    | - 41,7 | 13,9                 | 18,6    | + 33,8 |
| 62,9                | 34,6    | - 45,0 | 19,0                 | 21,7    | + 14,2 |
| 13,8                | 18,0    | + 30,4 | 13,8                 | 18,0    | + 30,4 |
| 13,4                | 19,9    | + 48,5 | 13,4                 | 19,9    | + 48,5 |
| 33,0                | 18,8    | - 43,0 | 18,1                 | 19,9    | + 9,9  |
| 30,4                | 32,8    | + 7,9  | 7,7                  | 18,0    | +133,8 |
| 35,4                | 26,9    | - 24,0 | 12,8                 | 16,7    | + 30,4 |
| 39,8                | 32,2    | - 19,1 | 10,8                 | 17,1    | + 58,3 |
| 27,4                | 31,9    | + 16,4 | 24,4                 | 16,3    | - 33,9 |
| 34,4                | 36,2    | + 5,2  | 14,7                 | 10,8    | - 26,5 |
| 32,8                | 27,2    | - 17,1 | 15,7                 | 16,2    | + 3,2  |
| 18,6                | 19,0    | + 3,2  | 23,5                 | 22,5    | - 4,3  |
| 20,7                | 41,8    | +101,9 | 21,8                 | 16,8    | - 22,9 |
| 30,7                | 23,6    | - 23,1 | 18,5                 | 18,7    | + 1,1  |
| 23,2                | 20,4    | - 12,1 | 19,5                 | 17,3    | - 11,3 |

Tabelle 20: Venen-Bypass U/POS 2

| <u>Amplitude/mm</u> |         |        | <u>Gipfelzeit/mm</u> |         |       |
|---------------------|---------|--------|----------------------|---------|-------|
| Prae-OP             | Post-OP | %      | Prae-OP              | Post-OP | %     |
| 13,8                | 21,2    | + 53,6 | 17,3                 | 15,1    | -12,7 |
| 20,3                | 33,0    | + 62,6 | 16,4                 | 13,9    | -15,2 |
| 20,4                | 27,3    | + 33,8 | 13,6                 | 13,6    | 0,0   |
| 30,6                | 53,6    | + 75,2 | 23,2                 | 24,4    | + 5,2 |
| 23,4                | 29,2    | + 24,8 | 26,9                 | 20,4    | -24,2 |
| 12,9                | 28,3    | +119,4 | 12,9                 | 17,9    | +38,8 |
| 33,6                | 22,4    | - 33,3 | 13,1                 | 17,7    | +35,1 |
| 10,0                | 21,6    | +116,0 | 21,3                 | 18,3    | -14,1 |
| 15,3                | 39,2    | +156,2 | 13,4                 | 21,6    | +61,2 |
| 18,0                | 12,0    | - 33,3 | 19,5                 | 18,5    | - 5,1 |
| 26,6                | 27,0    | + 1,5  | 14,8                 | 15,4    | + 4,1 |
| 19,4                | 24,8    | + 27,8 | 27,1                 | 20,1    | -25,8 |
| 8,0                 | 31,0    | +287,5 | 19,5                 | 8,5     | -56,4 |
| 14,3                | 31,8    | +122,4 | 24,7                 | 16,4    | -33,6 |
| 14,9                | 21,3    | + 42,9 | 17,4                 | 21,5    | +23,6 |
| 3,2                 | 29,3    | +815,6 | 18,0                 | 16,3    | - 9,4 |
| 14,9                | 21,6    | + 45,0 | 17,3                 | 17,1    | - 1,2 |
| 40,5                | 25,8    | - 36,0 | 18,0                 | 16,8    | - 6,7 |

Tabelle 21: Dacron-prothese O/POS 3

| <u>Amplitude/mm</u> |         |       | <u>Gipfelzeit/mm</u> |         |       |
|---------------------|---------|-------|----------------------|---------|-------|
| Prae-OP             | Post-OP | %     | Prae-OP              | Post-OP | %     |
| 22,5                | 23,8    | + 5,8 | 17,7                 | 14,0    | -20,9 |
| 20,1                | 23,9    | +18,9 | 20,3                 | 20,0    | - 1,5 |
| 33,4                | 24,9    | -25,4 | 19,7                 | 8,5     | -56,8 |
| 34,2                | 22,5    | -34,2 | 17,6                 | 16,8    | - 4,5 |
| 29,3                | 20,3    | -30,7 | 19,3                 | 15,5    | -19,7 |
| 36,3                | 26,6    | -26,7 | 13,1                 | 13,4    | + 2,3 |
| 25,5                | 33,2    | +30,2 | 20,1                 | 7,1     | -64,7 |
| 26,7                | 30,4    | +13,9 | 21,5                 | 18,2    | -15,3 |
| 25,2                | 44,8    | +77,8 | 21,0                 | 14,9    | -29,0 |
| 44,5                | 38,5    | -13,5 | 23,5                 | 17,4    | -26,0 |
| 34,7                | 41,6    | +19,9 | 20,8                 | 15,9    | -23,6 |
| 19,4                | 23,7    | +22,2 | 18,2                 | 15,8    | -13,2 |
| 30,9                | 23,1    | -25,2 | 14,4                 | 15,8    | + 9,7 |
| 38,8                | 24,5    | -36,9 | 18,3                 | 15,2    | -16,9 |

Tabelle 22: Dacron-prothese U/POS 3

| <u>Amplitude/mm</u> |         |        | <u>Gipfelzeit/mm</u> |         |       |
|---------------------|---------|--------|----------------------|---------|-------|
| Prae-OP             | Post-OP | %      | Prae-OP              | Post-OP | %     |
| 11,3                | 10,0    | - 11,5 | 22,4                 | 21,3    | - 4,9 |
| 11,6                | 7,1     | - 38,8 | 24,9                 | 23,0    | - 7,6 |
| 9,9                 | 31,0    | +213,1 | 28,7                 | 16,5    | -42,5 |
| 25,9                | 22,2    | - 14,3 | 19,2                 | 19,1    | - 0,5 |
| 32,8                | 20,0    | - 39,0 | 14,7                 | 20,2    | +35,6 |
| 18,0                | 22,8    | + 26,7 | 23,3                 | 14,5    | -37,8 |
| 19,9                | 25,3    | + 27,1 | 16,1                 | 16,7    | + 3,7 |
| 18,7                | 16,6    | - 11,2 | 26,4                 | 15,5    | -41,3 |
| 40,4                | 45,4    | + 12,4 | 27,6                 | 14,5    | -47,5 |
| 32,6                | 35,6    | + 9,2  | 28,6                 | 16,4    | -42,7 |
| 12,2                | 30,5    | 150,0  | 37,5                 | 18,5    | -50,7 |
| 20,0                | 18,8    | - 6,0  | 21,8                 | 17,9    | -17,9 |
| 15,3                | 44,6    | +191,5 | 17,1                 | 17,0    | - 0,6 |
| 26,5                | 22,7    | - 14,3 | 18,5                 | 15,8    | -14,6 |

Tabelle 23: Grenzstrangresektion O/POS 3

| <u>Amplitude/mm</u> |         |       | <u>Gipfelzeit/mm</u> |         |       |
|---------------------|---------|-------|----------------------|---------|-------|
| Prae-OP             | Post-OP | %     | Prae-OP              | Post-OP | %     |
| 46,0                | 34,6    | -24,8 | 12,3                 | 17,6    | +43,1 |
| 38,4                | 36,2    | - 5,7 | 12,1                 | 12,3    | + 1,2 |
| 42,0                | 40,4    | - 3,8 | 10,3                 | 13,3    | +33,0 |
| 43,1                | 41,3    | - 4,2 | 12,1                 | 14,4    | +19,0 |
| 33,6                | 30,8    | - 8,3 | 22,2                 | 17,9    | -19,4 |
| 7,7                 | 11,3    | +46,8 | 11,0                 | 12,0    | + 9,1 |

Tabelle 24: Grenzstrangresektion U/POS 3

| <u>Amplitude/mm</u> |         |       | <u>Gipfelzeit/mm</u> |         |       |
|---------------------|---------|-------|----------------------|---------|-------|
| Prae-OP             | Post-OP | %     | Prae-OP              | Post-OP | %     |
| 13,3                | 25,1    | +88,7 | 23,4                 | 21,2    | - 9,4 |
| 35,4                | 38,4    | + 8,5 | 12,6                 | 12,8    | + 1,6 |
| 54,0                | 62,0    | +14,8 | 8,7                  | 11,9    | +36,8 |
| 35,5                | 30,3    | -14,6 | 23,8                 | 18,1    | -23,9 |
| 12,8                | 19,4    | +51,6 | 30,1                 | 21,7    | -27,9 |
| 5,0                 | 6,5     | +30,0 | 20,9                 | 20,1    | - 3,8 |

Tabelle 25: t-Werte nach STUDENT aus einem Vergleich prae- und postoperativer Untersuchungsergebnisse nach arteriellen Gefäßrekonstruktionen

Amplitude:

|                      |         |            |
|----------------------|---------|------------|
| Bypass               | O/POS 3 | 1,2710     |
|                      | U/POS 2 | -3,2130 ** |
| Dacronprothese       | O/POS 2 | 1,0306     |
|                      | U/POS 3 | -1,3405    |
| Grenzstrangresektion | O/POS 2 | 1,8399     |
|                      | O/POS 3 | 1,3633     |
|                      | U/POS 3 | -1,7734    |

Pulswellenlaufzeit:

|                      |         |            |
|----------------------|---------|------------|
| Bypass               | O/POS 3 | 2,9575 **  |
|                      | U/POS 2 | 4,1362     |
| Dacronprothese       | O/POS 2 | 3,5861 **  |
|                      | O/POS 3 | 3,1869 **  |
|                      | U/POS 3 | 5,2092 *** |
| Grenzstrangresektion | O/POS 3 | 1,5668     |
|                      | U/POS 3 | 2,1442     |

Gipfelzeit:

|                      |         |           |
|----------------------|---------|-----------|
| Bypass               | O/POS 3 | -1,1641   |
|                      | U/POS 2 | 0,9978    |
| Dacronprothese       | O/POS 2 | 2,7691 *  |
|                      | O/POS 3 | 3,7205 ** |
|                      | U/POS 2 | 3,9447 ** |
|                      | U/POS 3 | 3,0713 ** |
| Grenzstrangresektion | O/POS 2 | -0,9258   |
|                      | O/POS 3 | -0,9807   |
|                      | U/POS 3 | 1,3367    |

$t^*$  :  $p < 0,05$   
 $t^{**}$  :  $p < 0,01$   
 $t^{***}$  :  $p < 0,001$

Abb. 1

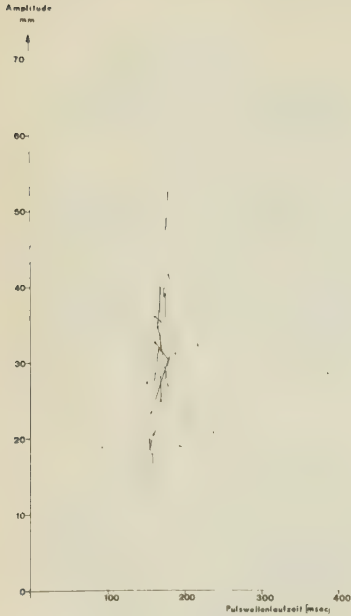
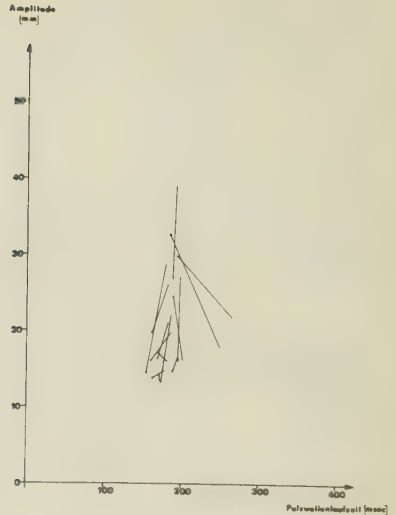


Abb. 2



Die Veränderung der Amplitude in  
bezug zur Pulswellenlaufzeit - Ober-  
schenkel

Abb. 1: 14 Patienten vor und nach  
femoro-poplitealem Venen-  
bypass. O/Pos 3

Abb. 2: 8 Patienten vor und nach  
aorto-femoralem Dacron-  
prothese. O/Pos 2

Abb. 3: 5 Patienten vor und nach  
lumbaler Grenzstrangre-  
sektion. O/Pos 3

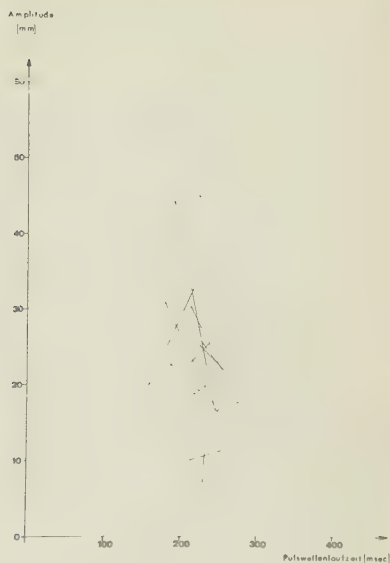


Abb. 3

Abb. 4



Abb. 5



Die Veränderung der Amplitude in  
bezug zur Pulswellenlaufzeit -  
Unterschenkel.

Abb. 4: 14 Patienten vor und nach  
femoro-poplitealem Venen-  
bypass. U/Pos 2

Abb. 5: 8 Patienten vor und nach  
aorto-femorale Dacron-  
prothese. U/Pos 3

Abb. 6: 5 Patienten vor und nach  
lumbaler Grenzstrangresek-  
tion. U/Pos 3

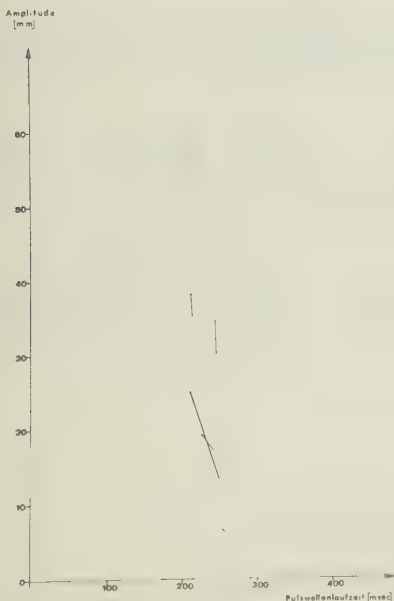


Abb. 6

Abb. 7

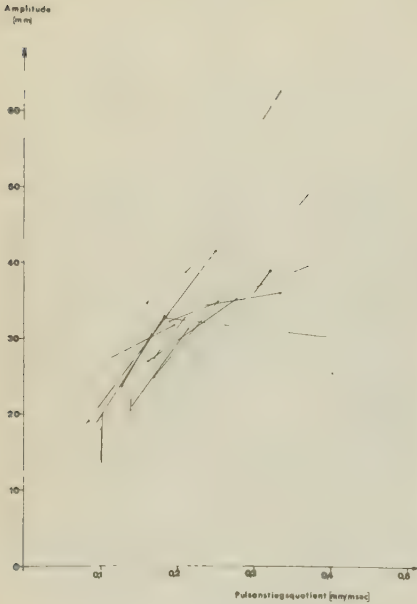
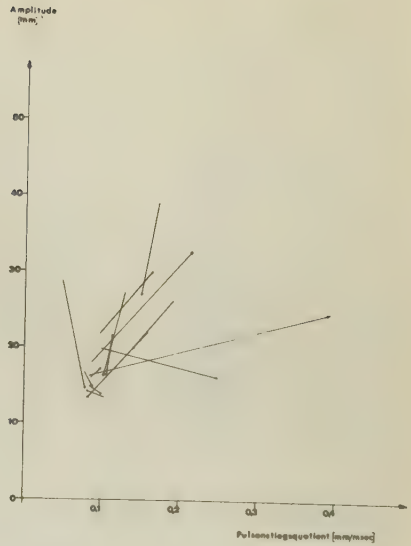


Abb. 8



Die Veränderung des Pulsanstiegsquotienten in bezug zur Amplitude - Oberschenkel.

Abb. 7: 14 Patienten vor und nach femoro-poplitealem Venenbypass. O/Pos 3

Abb. 8: 8 Patienten vor und nach aorto-femorale Dacronprothese. O/Pos 2

Abb. 9: 5 Patienten vor und nach lumbaler Grenzstrangresektion. O/Pos 2

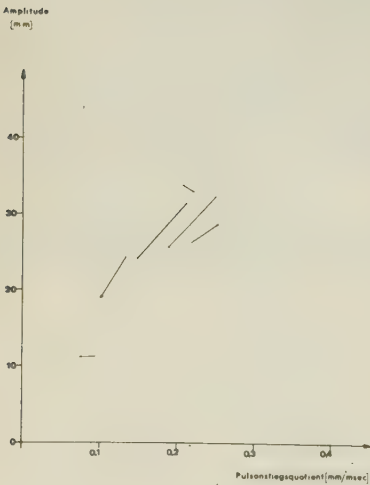


Abb. 9

Abb. 10



Abb. 11



Die Veränderung des Pulsanstiegsquotienten in bezug zur Amplitude - Unterschenkel.

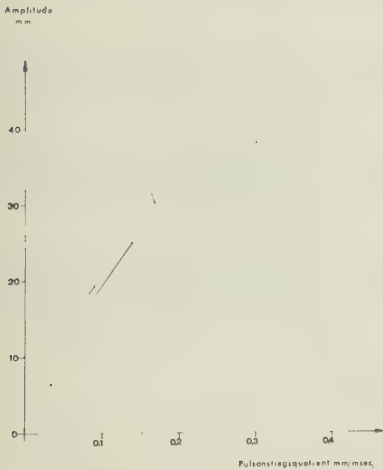


Abb. 10: 14 Patienten vor und nach femoro-poplitealem Venenbypass. U/Pos 2

Abb. 11: 8 Patienten vor und nach aorto-femoraler Dacronprothese. U/Pos 2

Abb. 12: 5 Patienten vor und nach lumbaler Grenzstrangresektion. U/Pos 3

Abb. 12

Abb. 13

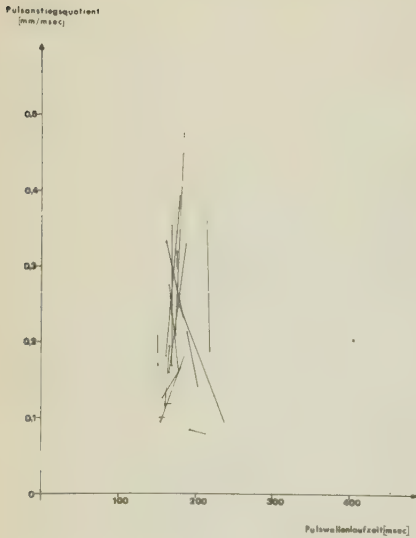
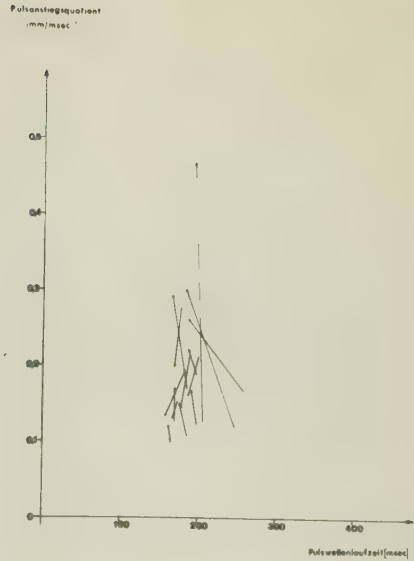


Abb. 14



Die Veränderung der Pulswellenlaufzeit in bezug zum Pulsanstiegsquotienten - Oberschenkel.

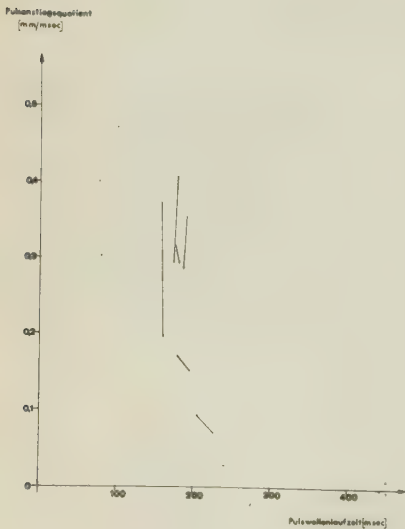


Abb. 13: 14 Patienten vor und nach femoro-poplitealem Venenbypass. O/Pos 3

Abb. 14: 8 Patienten vor und nach aorto-femoraler Dacronprothese. O/Pos 3

Abb. 15: 5 Patienten vor und nach lumbaler Grenzstrangresektion. O/Pos 3

Abb. 15

Abb. 16

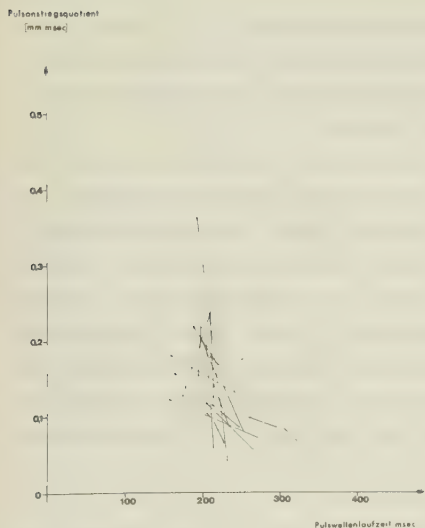
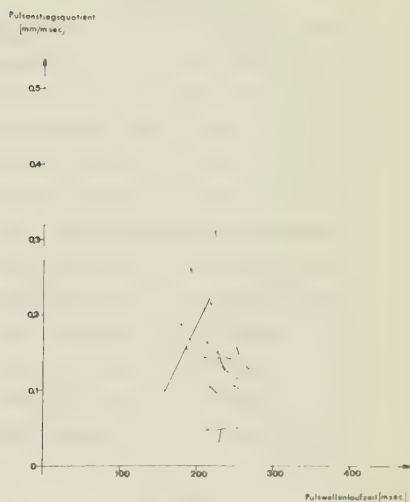


Abb. 17



Die Veränderung der Pulswellenlaufzeit in bezug zum Pulsanstiegsquotienten - Unterschenkel

Abb. 16: 14 Patienten vor und nach femoro-poplitealem Venenbypass. U/Pos 2

Abb. 17: 8 Patienten vor und nach aorto-femoraler Dacronprothese. U/Pos 3

Abb. 18: 5 Patienten vor und nach lumbaler Grenzstrangresektion. U/Pos 3

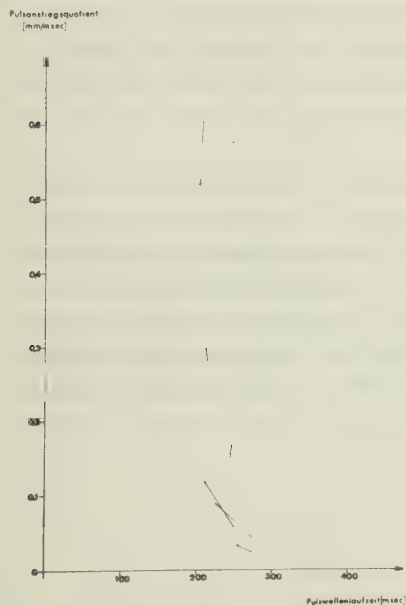


Abb. 18

#### 4.0 Diskussion

Ein wesentliches Symptom der Gefäßstörung ist die veränderte Pulswelle. Sie ist in einer oszillographischen Kurve darstellbar. Die von BOCK, H. E. (18) angegebene Definition der oszillographischen Kurve:

"Als Ausdruck der im Gesamtquerschnitt wirksamen Kreislaufenergie, die außerhalb der Messung in dem betreffenden Kreislaufabschnitt zur Verfügung steht", läßt einen Schluß auf die Durchblutungsgröße nicht zu. Der Energiegehalt der Pulswelle ändert sich in Abhängigkeit von Schlagvolumen, systolischem Druck, Elastizität und Querschnitt der Gefäße sowie der Viskosität des Blutes. Es liegt daher die Folgerung nahe, den oszillographischen Befund als Ausdruck für den Zustand und die Durchgängigkeit der großen Gefäße zu betrachten.

Eine der häufigsten Arterienerkrankungen ist die Arteriosklerose. Im Zuge ihrer phasenhaften, progredienten Entwicklung kommt es zu einer Veränderung der Arterien mit Verhärtung, Elastizitätsverlust und Lichtungseinengung. Diese obliterierenden Gefäßprozesse gelten als wesentliche Ursache einer hämodynamischen Einengung des Gefäßlumens und den damit verbundenen Zirkulationsstörungen.

Alle Patienten des Untersuchungskollektivs befanden sich in einem Dekompensationsstadium arterieller Durchblutungsstörungen, das sich in Claudicatio intermittens, ischämischen Schmerzen und Gangrän einzelner Bezirke manifestierte. Eine ausreichende Kompensation durch Kollateralen war nicht mehr gegeben. Die absolute Indikation zur Operation war hiermit, sowie durch die röntgenangiographisch nachweisbare Einengung des Gefäßlumens, gegeben.

Betrachtet man die Pulsform eines kreislaufgesunden Erwachsenen, so ist sie im wesentlichen durch einen steilen Pulsanstieg, bei hoher Amplitude und kurzer Pulswellenlaufzeit charakterisiert. Unter der arteriosklerotischen Veränderung der Gefäße kommt es zu einer Abflachung der Pulskurve, der Pulsanstieg wird träge, die Pulswellenlaufzeit verlängert sich.

Der postoperative Vergleich der Amplituden mit ihren Basiswerten zeigt am Oberschenkel ein interessantes Verhalten.

Einerseits kommt es zu einer Verminderung der Amplituden von maximal 49,5 %, andererseits beobachtet man Erhöhung der Ausschläge von maximal 101,9 %. Wenn auch die Amplitudengröße nicht als absolutes Maß für die "Durchblutung" herangezogen werden kann, so bestätigt doch die Verminderung der Ausschlagshöhen die Versuche von RODBARD, S. und JANOTTA, F. (36), wonach eine Erhöhung des peripheren Widerstandes distal der messenden Manschette, in unserem Falle eine arteriosklerotische Lumeneinengung, zu einer Zunahme der Größe der Oszillationen führt. Die Erhöhung der Oszillationen erklärt sich nach V. RECKLINGHAUSEN (18) "Aus der Überlagerung der rechtläufigen Pulswelle mit der an der Staustelle reflektierten Pulswelle". Die operative Beseitigung des sklerotischen Widerstandes ist in diesem Sinne zu verstehen.

Eine ebenfalls nachweisbare Zunahme der Oszillationsgröße am Oberschenkel erklärt sich auch aus Lage und Grad der segmentalen Obliteration und ihrer Beziehung zur messenden Manschette. In beiden Fällen sprechen Zu- wie Abnahme der Amplitude, auch wenn nur eine statistisch signifikante Veränderung der Ausschlagshöhe - Venenbypass, Amplitude, U/POS 2 - feststellbar ist, für eine Erweiterung der arteriellen Strombahn.

Die postoperativ registrierten oszillographischen Ausschlagsänderungen am Unterschenkel liegen fast ausnahmslos in einer Schwankungsbreite von + 1,5 % bis 815,6 %. Dies bestätigt die von BETZ und PROLL (3, 4) elektrooszillographisch registrierten und publizierten Ergebnisse, wonach "eine Gefäßweitenänderung eine gleichsinnige oszillographische Amplitudenänderung zur Folge hat". Daß eine Einengung des Gefäßlumens durch pathologische Wandveränderungen stets zu einer Verminderung der Amplitude führt, wiesen auch VISCHER, W., STAUB, H. (41) nach.

Ohne die Amplitude in ihrer Abhängigkeit von vielen Faktoren überzubewerten, erscheint der Schluß der aufgezeigten Oszillationsänderungen, als postoperativ regelrechte Gefäßpassage, gerechtfertigt. Dies wird außerdem noch durch das Parallelgehen von oszillographischem und klinischem Befund untermauert.

Eine der wesentlichen Kriterien der oszillographischen Pulsform ist der schnelle und steile Pulsanstieg des Gefäßgesunden. Die Schnelligkeit des Pulsanstiegs drückt sich in seiner Gipfelzeit aus, die Steilheit ist amplitudenabhängig. Bildet man den Quotienten aus

$$\frac{\text{Amplitude (mm)}}{\text{Gipfelzeit (msec)}}$$

so erhält man einen Pulsanstiegsquotienten, der mathematisch dem Winkel  $\tan \alpha$  des Pulsanstiegs entspricht. Der steilere Winkel drückt sich zwangsläufig in einem größeren Pulsanstiegsquotienten aus.

Vergleicht man nun den jeweiligen Ausgangswert mit dem postoperativ registrierten Wert, so finden sich an Ober- wie Unterschenkel eine überwiegende Zunahme des Pulsanstiegsquotienten. Die Abnahme des Quotienten am Oberschenkel ist in

der praeoperativ überhöhten Amplitude infolge Stauungs-  
überdruckes zu suchen. In einem Vergleich mit den jeweili-  
gen Basiswerten läßt sich jedoch bei femoro-poplitealem  
Venenbypass, bei aorto-femorale Dacron-Prothese sowie bei  
der Grenzstrangresektion keine statistisch signifikante Ver-  
änderung feststellen.

Einen Therapieeffekt aus dem oszillographischen Befund ab-  
zuleiten ist sehr problematisch. Dennoch muß der Pulswellen-  
laufzeit und den hier gemessenen Werten größte therapeuti-  
sche Bedeutung zukommen. Die Untersuchungen zeigen an Ober-  
wie Unterschenkel, bei aortofemorale Dacronprothese als auch  
bei femoro-poplitealem Venenbypass statistisch signifikante  
bis hochsignifikante Verkürzungen der Pulswellenlaufzeit. Bei  
der lumbalen Grenzstrangresektion kann dies nicht festge-  
stellt werden. Die Verkürzung der Pulswellenlaufzeit bis zu  
maximal 43,3 % weist doch auf eine erhebliche praeoperative  
Pulswellenverzögerung hin, deren Ursache vornehmlich in ob-  
literierenden Gefäßprozessen zu suchen ist.

Als Schlußfolgerung bleibt festzustellen, daß trotz Beach-  
tung gewisser Kautelen, eine objektive Kontrolle des Thera-  
pieerfolgs durch das Oszillogramm sehr schwierig ist. Nach  
RÖSCH, H. (37), ist das oszillographische Kurvenbild: "Das  
Ergebnis eines komplexen Zusammenwirkens vieler Teilfaktoren".  
So werden auch hier zur Diagnostik der pathologischen Gefäß-  
wandveränderungen der oszillographische und der arteriographi-  
sche Befund miteinander verglichen.

Aus den Untersuchungsergebnissen lassen sich, vornehmlich  
an den Unterschenkeln, eine postoperative Zunahme der Aus-  
schlagshöhe konkretisieren. Das oszillographische Kurvenbild  
ändert sich aus vormalig stenotischen bis fast stummen Puls-  
formen zu Kurven mit steilerem Pulsanstieg bei höherer Ampli-

tude. Dies ist auf den Kurvenbildern mit den Darstellungen der Amplitude und des Pulsanstiegsquotienten deutlich abzu- lesen. Treten diese Erscheinungen bei einigen Patienten mit aorto-femoralem Dacronbypass nicht so deutlich auf, so ist der Grund in einem später vorgesehenem femoro-poplitealem Venenbypass zu suchen. Lassen sich ähnlich positive Ergebnisse für die Grenzstrangresektion nicht aufzeigen, so ist dies mit dem rein palliativen Eingriff bei arteriosklerotisch starren Gefäßen zu erklären. Die bei allen Positionen, bei femoro-poplitealem Venenbypass wie aorto-femoralem Dacronbypass, nicht aber bei der Grenzstrangresektion, gefundenen statistisch signifikanten bis hochsignifikanten Verkürzungen der Pulswellenlaufzeit, lassen einen Aufschluß über das Verhalten der arteriell rekonstruierten Strombahn zu. Die Besserung der "Durchblutung" läßt sich auch durch ein postoperatives Nachlassen der subjektiven Beschwerden beweisen. Bei allem Für und Wider in der Beurteilung der oszillographischen Kurve, kann die therapeutische Bedeutung der plastischen Gefäßchirurgie durch eine wiederhergestellte arterielle Strombahn nachgewiesen werden.

Zur besseren optischen Darstellung des Zahlenmaterials dieser Untersuchungsreihe sind im Folgenden noch einige Originaloszillogramme vor und nach den einzelnen Operationsmethoden dargestellt.

Grenzstrangresektion rechts - Oberschenkel.  
Position 3

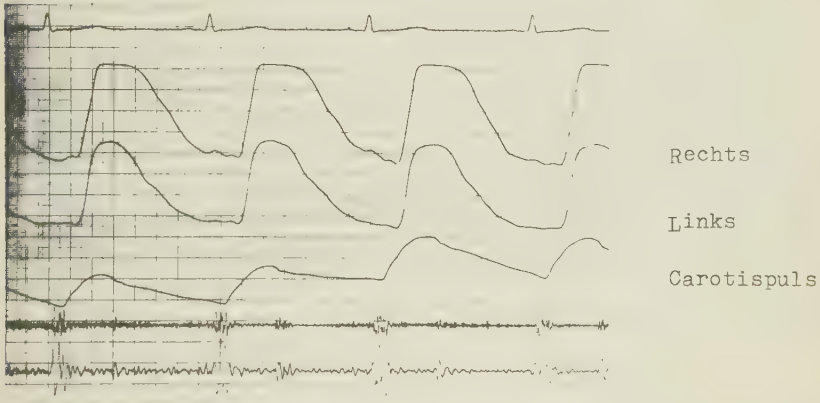


Abb. 19: Vor der Operation

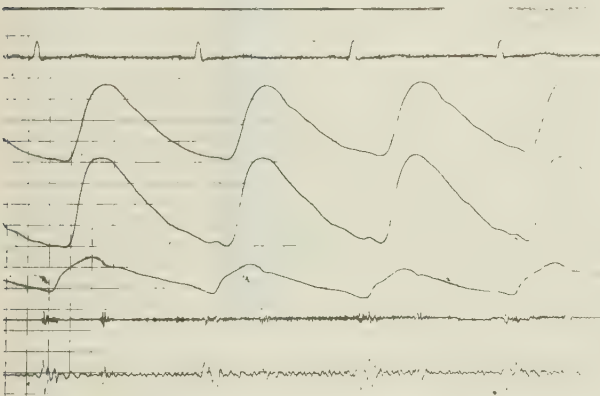


Abb. 20: Nach der Operation

Grenzstrangresektion rechts - Unterschenkel.  
Position 3.

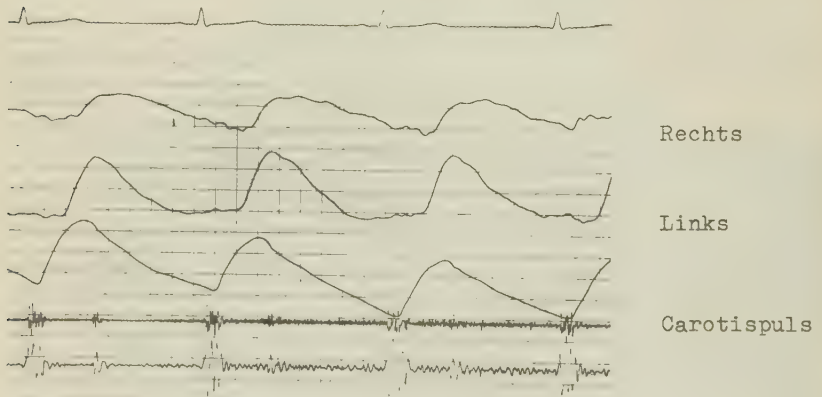


Abb. 21: Vor der Operation

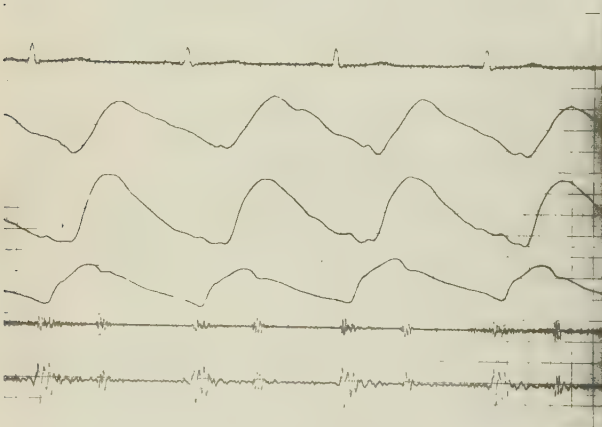


Abb. 22: Nach der Operation

Aorto-femorale Dacronprothese beidseits - Oberschenkel.  
Position 3.

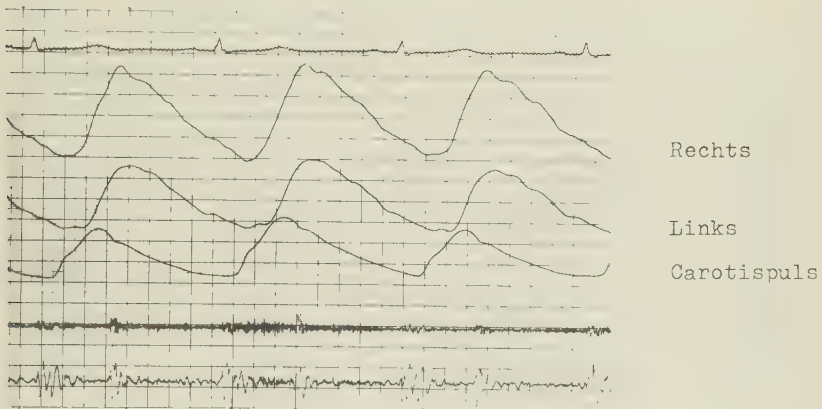


Abb. 23: Vor der Operation

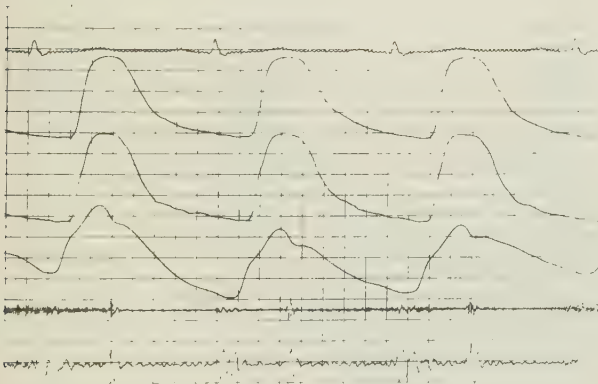


Abb. 24: Nach der Operation

Aorto-femorale Dacronprothese beidseits - Unterschenkel.  
Position 3.

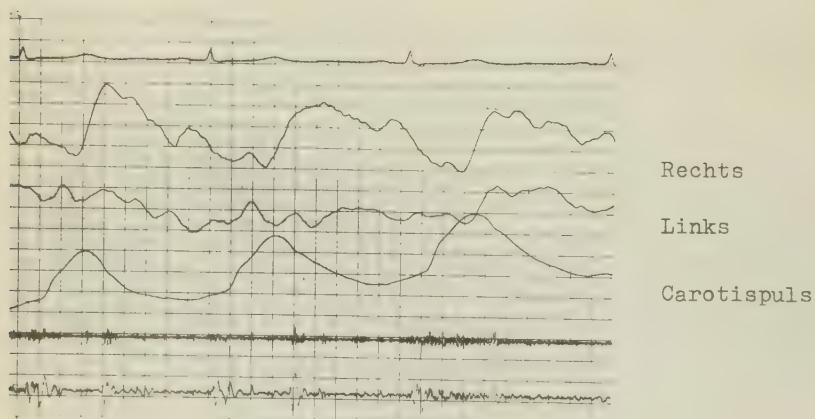


Abb. 25: Vor der Operation

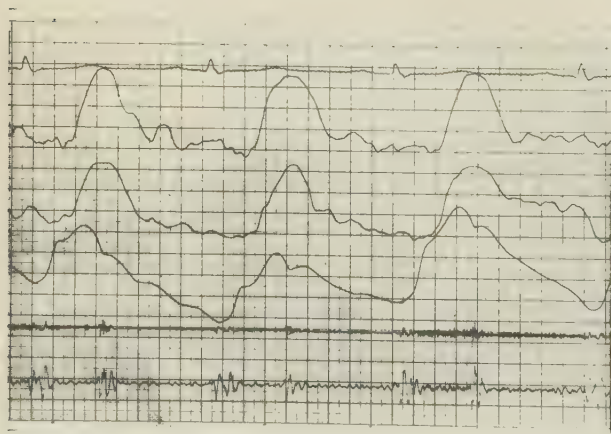


Abb. 26: Nach der Operation

Femoro-poplitealer Venenbypass beidseits - Oberschenkel.  
Position 3.

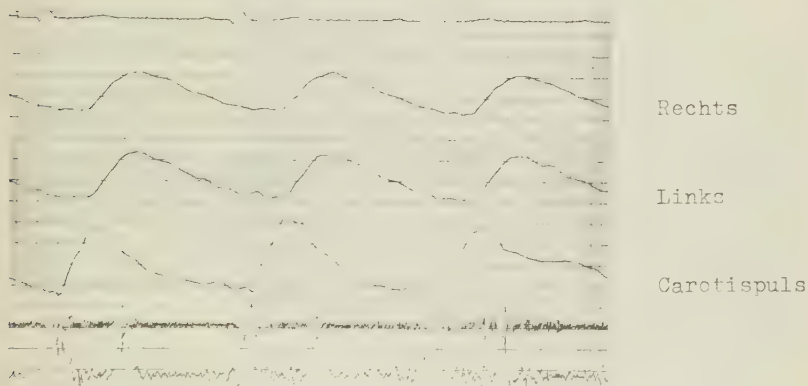


Abb. 27: Vor der Operation

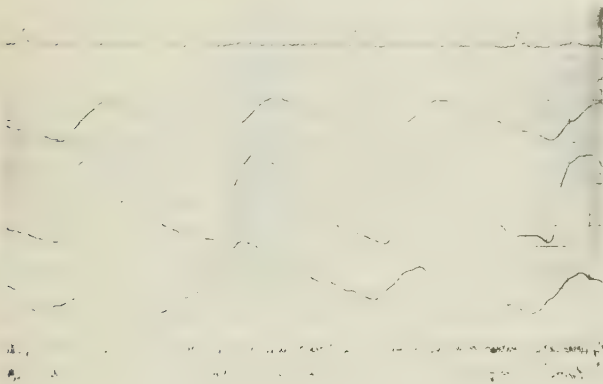


Abb. 28: Nach der Operation

Femoro-poplitealer Venenbypass beidseits - Unterschenkel.  
Position 3.

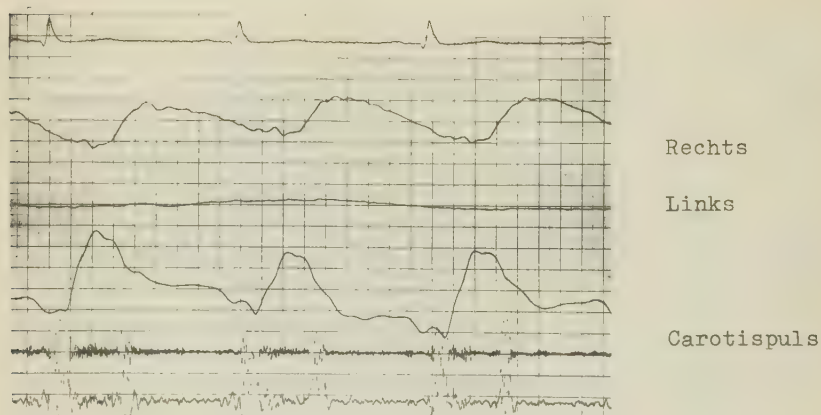


Abb. 29: Vor der Operation

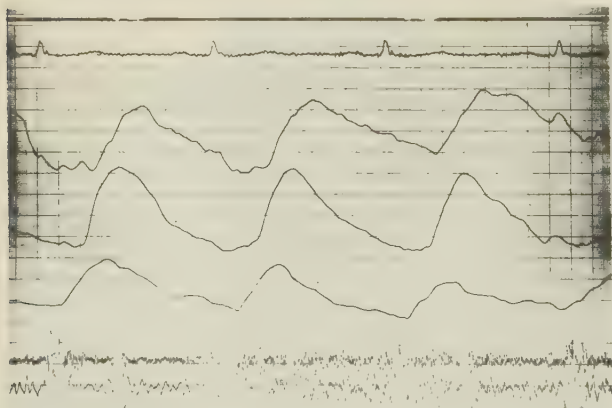


Abb. 30: Nach der Operation

## 6.0 Zusammenfassung

Es wird über prae- und postoperativ durchgeführte klinische Untersuchungen mit dem Infratonszillographen OS-3 - System BOUCKE-BRECHT - berichtet.

Als Kollektiv dienten 27, an arteriosklerotischen Verschlußkrankheiten leidende Patienten.

Die nach Gefäßrekonstruktionen eingetretenen Veränderungen erwiesen sich in einem Vergleich zum Ausgangswert:

|                             |                                                                                                                           |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bei der Pulswellenlaufzeit: | femoro-poplitealer Venenbypass<br>(Ober- und Unterschenkel)<br>aorto-femorale Dacronprothese<br>(Ober- und Unterschenkel) |
| der Gipfelzeit:             | aorto-femorale Dacronprothese<br>(Ober- und Unterschenkel)                                                                |
| der Amplitude:              | femoro-poplitealer Venenbypass<br>(Unterschenkel)                                                                         |

als statistisch signifikant bis hochsignifikant. Für den Pulsanstiegsquotienten sowie bei allen Messungen der lumbalen Grenzstrangresektion konnten keine signifikanten Unterschiede registriert werden.

Trotz des komplexen Vorganges, den die arteriellen peripheren Durchblutungsstörungen darstellen, konnte der Therapieeffekt mit dem Oszillographen nachgewiesen werden.

## 7.0 Literaturverzeichnis

1) Amann, G.:

Methodisches zur Gefäßoszillographie.  
Die Medizinische, (1956), 416

2) Becker, H. M.:

Die Wahl der Operationsmethode bei chronischen arteriellen Verschlusskrankheiten.  
Münch. med. Wschr. 14 (1968), 862

3) Betz, E., G. Proll:

Unterschiede im Verhalten der peripheren und zentralen Kreislaufregulation bei Hypertonikern unter der Gabe von Ganglienblockern im Verlauf einer Badekur.  
Z. Kreislaufforsch. 45 (1956), 922

4) Betz, E., G. Proll:

Veränderungen elektrooszillographischer Ausschlagshöhen und deren Beurteilung.  
Cardiologia 30 (1957), 27

5) Bittner, W.:

Thermometrische und oszillographische Untersuchungen zur Beurteilung therapeutischer Maßnahmen bei Durchblutungsstörungen.  
Inaug. Dissert. Berlin (1952)

- 6) Bock, H. E., P. Gruner, G. Seybold:  
Die praktisch-klinische Bedeutung von  
Oszillographie und Combitonographie,  
besonders bei Endocarditis lenta.  
Z. ges. Inn. Med. 6 (1951), 30
- 7) Brecht, K., H. Boucke:  
Die Infratonoszillographie, eine neue  
Methode zur Kontrolle der peripheren  
Durchblutung.  
Klin. Wschr. 31 (1953), 1051
- 8) Denneke, K.:  
Das Schicksal der an Arteriitis Erkrankten.  
Langenbecks Arch. klin. Chir. 268 (1951), 506
- 9) Dortenmann, S.:  
Der oszillographische Stautest, ein neues  
Untersuchungsverfahren zur Beurteilung  
des Gefäßreaktionsvermögens im Bereich  
der Extremitäten.  
Die Medizinische, (1953), 682
- 10) Falge, E.:  
Inwieweit ist die Oszillotonometrie eine ideale Untersuchungsmethode.  
Die Medizinische, (1951), 1617
- 11) Gesenius, H.:  
Oszillographie und Arteriographie.  
Dtsch. Med. Wschr. 74 (1949), 1

- 12) Haage, H.:  
Der Wert der Oszillographie in der  
Erkennung arterieller Durchblutungs-  
störungen.  
Med. Klin. 60 (1965), 206
- 13) Hergert, R.:  
Früh- und Spätergebnisse nach Grenz-  
strangresektion bei Endangitis obli-  
terans und Arteriosklerose.  
Langenbecks Arch. klin. Chir. 268 (1951),  
394
- 14) Hess, H.:  
Zur Behandlung peripherer organischer  
Durchblutungsstörungen.  
Med. Klin. 51 (1956), 1031
- 15) Hildebrandt, G., O. Hanke:  
Zur Bewertung der Oszillographie nach  
Gesenius und Keller.  
Ärztl. Wschr. 9 (1954), 970
- 16) Hildebrandt, G., O. Hanke:  
Über spontane Schwankungen des oszillo-  
metrischen Quotienten. Ein Beitrag zur  
funktionellen Asymetrie der Extremitäten-  
durchblutung.  
Z. Kreislaufforschg. 44 (1955), 89
- 17) Hildebrandt, G., O. Hanke:  
Über die Sicherheit des oszillographischen  
Befundes bei peripheren Durchblutungs-  
störungen.  
Arch. Physik. Ther. 7 (1955), 150

- 18) Hildebrandt, A. und G.:  
Oszillographische Praxis.  
Bosch und Speidel Verlag, Jungingen (1958)
- 19) Jungmann, H., W. D. Erdmann:  
Über den Puls in sklerotischen Arterien.  
Z. Kreislaufforschg. 45 (1956), 252
- 20) Kappert, A.:  
Zur Diagnostik und Therapie der peripheren Durchblutungsstörungen.  
Schw. med. Wschr. 83 (1953), 629
- 21) Kappert, A.:  
Klinisch-experimentelle Untersuchungen  
über den arteriellen Kollateralkreislauf  
der Extremitäten.  
Angiologia 1 (1964), 227
- 22) Kappert, A.:  
Leitfaden und Atlas der Angiologie.  
H. H. Huber Verlag, Bern und Stuttgart (1966)
- 23) Kocher, R., K. K. Widmer:  
Zur Leistungsfähigkeit der Oszillographie.  
Vergleich von Aortogramm und Oszillogramm.  
Cardiologia 49 (1966), 166
- 24) Kühn, R.:  
Kritische Beobachtungen und Untersuchungen zur Analyse oszillographischer Untersuchungsbefunde.  
Z. Kreislaufforschg. 43 (1954), 549

- 25) Kühn, R., H. Wieding:

Oszillographische und blutchemische  
Untersuchungen bei Patienten mit all-  
gemeiner Arteriosklerose.  
Ärztl. Wschr. 10 (1955) H. 6

- 26) Lindner, F., J. Vollmar:

Erfahrungen mit dem alloplastischen Ge-  
fäßersatz bei peripheren und viszeralen  
Durchblutungsstörungen.  
Wien. med. Wschr. 115 (1965), 77

- 27) Lottenbach, K., N. Stucki:

Die Pulswellenverzögerung bei peripheren  
Durchblutungsstörungen.  
Cardiologia 17 (1950), 7

- 28) Marti, W. K.:

Häufigkeit klinisch nicht erkannter peri-  
pherer Arterienverschlüsse bei 461 Hospi-  
talisierten.  
Schweiz. med. Wschr. 91 (1961), 1424

- 29) Matzdorf, F.:

Graphische Registriermethoden in der  
Diagnostik peripherer Durchblutungs-  
störungen.  
Internist 2 (1961), 685

- 30) Netzer, C. O.:

Die Deutung der oszillographischen Kur-  
ve und ihrer Formveränderung durch loka-  
le und allgemeine Gefäßbeeinflussung.  
Zbl. Chirurg. 78 (1953), H. 36

- 31) Niedner, F. F., V. Grasser, P. Gruner:

Rückbildung einer hochgradigen Koronarin-  
suffizienz nach operativer Erweiterung  
des stenosierten Ostiums bei Aortenstenose.  
Die Medizinische, (1951), 1086

- 32) Osterchrist, W.:

Die klinische Untersuchungsmethode bei  
operativer Behandlung der peripheren  
Durchblutungsstörungen.  
Chirurg 21 (1950), 325

- 33) Ratschow, M.:

Oszillographische Untersuchungen bei peri-  
pheren Durchblutungsstörungen.  
Dtsch. med. Wschr. 79 b (1954), 1232

- 34) Ratschow, M.:

Die peripheren Durchblutungsstörungen.  
Steinkopff Verlag, Dresden-Leipzig, (1953)

- 35) Richter, I.:

Die praktische Bedeutung der Oszillometrie  
für die Chirurgie in Hinsicht auf die Durch-  
blutungsstörungen.  
Inaug. Dissert. Frankfurt/M. (1951)

- 36) Rodbard, S., F. Janotta:

An Analysis of Oscillometric Pulsations.  
Circulation 7 (1953), 922

- 37) Rösch, H.: Die periphere Durchblutung vor und nach Operationen am Herzen und den großen Gefäßen.  
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 305 (1964), 332
- 38) Soltesz, L.: Die Bedeutung der Arteriektomie in der Behandlung der Arteriosklerosis obliterans.  
Zbl. Chirurg 80 (1955), 701
- 39) Timmer, J.: Sympathicusausschaltung und Oszillometrie.  
Chirurg 22 (1950), H. 23
- 40) Uhlenbruck, P.: Über die schematische Darstellung des peripheren Gefäßbefundes.  
Med. Klin. 47 (1952), 312
- 41) Visner, W., H. Staub: Über den Wert der Oszillometrie zur Feststellung einer vasokonstriktorisken Komponente und zur Beurteilung des Therapieerfolges bei peripheren arteriellen Durchblutungsstörungen.  
Radiologia Clin. 22 (1953), 379
- 42) Völker, R.: Herz- und Gefäßerkrankungen, neue Wege einer funktionellen Differentialdiagnose.  
Dr. Dietrich Steinkopff Verlag, Darmstadt (1957)

43) Warbanov, R.:

Arterielle Oszillographie.

Z. ges. Inn. Med. 18 (1963), 560

44) Wicke, G.:

Eine neue Methode zur doppelseitigen  
Oszillographie.

Z. Kreislaufforsch. 43 (1954), 152

45) Widmer, L. K.:

Periphere Arteriosklerose.

Schweiz. med. Wschr. 93 (1963), 1583

Herrn Priv.-Doz. Dr. R. Leutschadt gilt für die Überlassung des Themas mein ganz besonderer Dank. Durch seine Unterstützung war es mir möglich, vorliegende Arbeit an der Chirurgischen Klinik der Universität Erlangen-Nürnberg durchzuführen.

Herrn Dr. med. D. Szadkowski und dem Institut für Arbeits- und Sozialmedizin, Direktor: Professor Dr. med. H. Valentin, sei für die Benutzung des Computers herzlich gedankt.

### Lebenslauf

Am 31. Dezember 1936 wurde ich, Karl-Heinz Fröba, als Sohn des Kaufmanns Konrad Fröba und seiner Ehefrau Martha, geb. Kröger, in Bayreuth geboren.

In den Jahren 1943 bis 1949 besuchte ich die Volksschule in Bayreuth. 1949 wurde ich Schüler der staatlichen Oberrealschule in Gaibach und legte dort am 18. Juni 1958 die Reifeprüfung ab. Im Wintersemester 1958/59 begann ich mit dem Studium der Medizin an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Von 1960 bis zum Wintersemester 1966/67 mußte ich aus gesundheitlichen Gründen mein Studium unterbrechen.

Im Wintersemester 1966/67 legte ich an der Universität Erlangen-Nürnberg meine ärztliche Vorprüfung ab.

Am 28. Juli beendete ich dort mein Medizinisches Staatsexamen mit der Note Sehr Gut.







---

Buchdruckerei Ludwig Müller Erlangen Fahrstraße 5